

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з дисципліни:

„ Комплексне керування енерговикористанням”

для студентів напрямку 6.050701 «Електротехніка та технології»

спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання»
«Енергетичний менеджмент» 7.05007103, 8.05.007103

Київ – 2016

Комплексне керування енерговикористанням [Текст]: метод. вк. до виконання практичних робіт для студ. спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання», «Енергетичний менеджмент» 7.05007103, 8.05.007103. Уклад: А.В. Волошко. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 36 с.

Рекомендовано Вченою радою
Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ
«КПІ» (Протокол № 10 від 25 травня 2016 р.)

Навчальне видання
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних робіт з дисципліни

«Комплексне керування енерговикористанням»
для студентів напрямку 6.050701 «Електротехніка та технології»
спеціальності «Електротехнічні системи електроспоживання»
«Енергетичний менеджмент» 7.05007103, 8.05.007103

Затверджено на засіданні
кафедри електропостачання
Протокол № 15 від 20.05. 2016 р.

Укладач: Волошко Анатолій Васильович, докт. техн. наук, доц.

Відповідальний редактор: Калінчик В.П., канд. техн. наук, доц.
Рецензент: Попов В.А., канд. техн. наук, доц.

ЗМІСТ

Пояснювальна записка	4
Перелік практичних занять	4
Практичне заняття № 1	5
Вибір оптимального режиму технологічних процесів у відповідності з навантаженням на електрообладнання	
Практичне заняття № 2	8
Аналіз впливу якості електроенергії на роботу електроприймачів	
Практичне заняття № 3	9
Підбір потужності (ємності) пристрою компенсації реактивної потужності	
Практичне заняття № 4 – 5	15
Розрахунок економічного ефекту від впровадження конденсаторних установок компенсації реактивної потужності	
Практичне завдання № 6	18
Розташування засобів обліку електричної енергії на підстанції	
Практичне завдання № 7 – 8	21
Визначення оцінки ефективності інвестицій при впровадженні систем комплексного керування енерговикористанням	
Практичне заняття № 9	31
Розрахунок залучень банківських коштів для впровадження енергозберігаючих методів та засобів управління енерговикористанням	
Література	36

Пояснювальна записка. У процесі проведення практичного заняття як виду навчального процесу студенти виконують одне або кілька практичних завдань під керівництвом викладача відповідно з досліджуваним змістом навчального матеріалу. Виконання студентами практичних занять спрямоване на:

- узагальнення, систематизацію, поглиблення, закріплення отриманих теоретичних знань з теми «Комплексне керування енерговикористанням»;
 - формування умінь застосовувати отримані знання на практиці;
 - розвиток інтелектуальних умінь у майбутніх фахівців по ефективному впровадженню енергозберігаючих технологій для управління енерговикористанням;
 - вироблення при вирішенні поставлених завдань таких професійно-значущих якостей, як самостійність, відповідальність, точність.
- За темою «Комплексне керування енерговикористанням» передбачено 24 години виконання практичних занять.

Перелік практичних занять

№ заняття	Тема	Кількість годин
1	Вибір оптимального режиму технологічних процесів у відповідності з навантаженням на електрообладнання	2
2	Аналіз впливу якості електроенергії на роботу електроприймачів.	2
3	Підбір потужності (ємності) пристрою компенсації реактивної потужності.	4
4-5	Розрахунок економічного ефекту від встановлення конденсаторних установок компенсації реактивної потужності.	4
6	Розташування засобів обліку на підстанції .	4
7 – 8	Визначення оціни ефективності інвестицій при впровадженні систем комплексного керування енерговикористанням	4
9	Розрахунок залучення банківських коштів для впровадження енергозберігаючих методів та засобів управління енерговикористанням.	4
Всього:		24

Практичне заняття №1

Тема - Вибір оптимального режиму технологічних процесів у відповідності з навантаженням на електрообладнання.

Ціль - Навчитися робити вірний вибір оптимального режиму технологічних процесів у відповідності з навантаженням на електрообладнання.

Порядок проведення заняття

1. Контроль знань основних теоретичних положень з розрахунку електричних ланцюгів постійного та змінного струму, викладених на лекції і в підручниках.
2. Рішення типових задач спільно зі студентами.
3. Самостійне кожним студентом виконання індивідуальних завдань.

Контроль знань основних теоретичних положень.

1. Визначення коефіцієнта потужності.
2. Причини зниження величини коефіцієнта потужності.
3. Способи підвищення коефіцієнта потужності.
4. Як розраховуються втрати потужності на нагрівання проводів?
(Втрати потужності на нагрівання проводів $\Delta P = \sqrt{3}I^2R$ пропорційні квадрату струму, де I - повний струм, що протікає по дроту, А; R - опір лінії, Ом. Величина струму I обернено пропорційна $\cos\varphi$).

Рішення типових задач спільно зі студентами.

Завдання 1: На промисловому підприємстві встановлені асинхронні двигуни сумарною потужністю 12000 кВт. Визначити необхідну потужність трансформаторів для випадків роботи двигунів із $\cos\varphi_1 = 0,9$ та $\cos\varphi_2 = 0,75$.

Порядок розв'язування задачі.

Визначаємо повну потужність трансформаторів для обох випадків

$$S_1 = P/\cos\varphi_1 = 12000/0,9 = 13333,33 \text{ кВА},$$
$$S_2 = P/\cos\varphi_2 = 12000/0,75 = 16000,00 \text{ кВА}.$$

Різниця в 2667 кВА повинна бути покрита за рахунок встановлення більш потужних трансформаторів, в той час як корисна потужність залишається постійною (12000 кВт).

Завдання 2: Визначити втрати електричної енергії в лінії опором $R = 4$ Ом за даними задачі 1 при напрузі 35 кВ і обчислити збитки підприємства при роботі із заниженим $\cos\varphi$.

Порядок розв'язування задачі.

Визначаємо повний струм для обох випадків

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_1 \cdot \cos\varphi_1} = \frac{12000}{\sqrt{3} \cdot 35 \cdot 0,9} = 221 \text{ А}$$

$$I_2 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_2 \cdot \cos\varphi_2} = \frac{12000}{\sqrt{3} \cdot 35 \cdot 0,75} = 266 \text{ А}$$

Визначаємо втрати потужності для першого і другого випадків

$$\Delta P_1 = \sqrt{3} I_1^2 R = \sqrt{3} \cdot 221^2 \cdot 4 = 338 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_2 = \sqrt{3} I_2^2 R = \sqrt{3} \cdot 266^2 \cdot 4 = 490 \text{ кВт}$$

Різниця втрат потужності складе

$$\Delta P = \Delta P_2 - \Delta P_1 = 490 - 338 = 152 \text{ кВт}$$

Відповідно різниця втрат енергії за рік складе

$$\Delta W = (\Delta P_2 - \Delta P_1) T = (490 - 338) \cdot 8760 = 1331520 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

де T - число годин роботи електролінії протягом року, год.

Збитки за рахунок низького $\cos\varphi$ за один рік складуть (при вартості електричної енергії $C = 1,0 \text{ грн} / \text{кВт} \cdot \text{год}$)

$$\Delta C = \Delta W \cdot C = 1331520 \cdot 2,0 = 2663040 \text{ грн.}$$

Завдання 3: Визначити активну потужність трансформатора потужністю 360 кВА при $\cos\varphi_1 = 0,8$ і $\cos\varphi_2 = 0,6$.

Порядок розв'язування задачі.

Визначаємо активну потужність для кожного випадку:

$$P_1 = S_1 \cdot \cos\varphi_1 = 360 \cdot 0,8 = 288 \text{ кВт}$$

$$P_2 = S_2 \cdot \cos\varphi_2 = 360 \cdot 0,6 = 216 \text{ кВт}$$

Висновок: Отже, чим нижче $\cos\varphi$ тим гірше використовується встановлена потужність обладнання. Таким чином, кожне підприємство повинно бути зацікавлене в підвищенні коефіцієнта потужності як окремих споживачів, так і всього промислового об'єкта.

Завдання 4: Середньодобовий коефіцієнт потужності підприємства $\cos\varphi_1 = 0,74$. Сумарна потужність споживачів 4500 кВт. Асинхронний двигун потужністю 520 кВт, $\cos\varphi_{\text{дв}} = 0,85$ був замінений синхронним двигуном такої ж потужності, що працює з випереджаючим $\cos\varphi_c = 0,8$.

Визначити новий середньодобовий коефіцієнт потужності підприємства $\cos\varphi_2$.

Порядок розв'язування задачі.

Визначаємо споживану реактивну потужність до заміни асинхронного двигуна синхронним

$$Q_1 = P \cdot \operatorname{tg}\varphi_1 = 4500 \cdot 0,9 = 4050 \text{ кВАр}$$

Визначаємо реактивну потужність асинхронного двигуна

$$Q_{\text{дв}} = P_{\text{дв}} \cdot \operatorname{tg}\varphi_{\text{дв}} = 520 \cdot 0,62 = 323 \text{ кВАр}$$

Визначаємо реактивну потужність синхронного двигуна

$$Q_c = P_{\text{дв}} \cdot \operatorname{tg}\varphi_c = 520 \cdot 0,75 = -390 \text{ кВАр}$$

(знак мінус вказує, що зсув фаз від'ємний).

Визначаємо реактивну потужність підприємства після заміни двигуна

$$Q_2 = Q_1 - Q_{\text{дв}} - Q_c = 4050 - 323 + 390 = 3337 \text{ кВАр}$$

Визначаємо новий $\cos\varphi_2$

$$\operatorname{tg}\varphi_2 = \frac{Q_2}{P}, \text{ при цьому } \cos\varphi_2 = 0,805.$$

Штучні способи підвищення $\cos\varphi$ здійснюються шляхом установки на підприємствах спеціального електрообладнання, яке компенсує реактивну потужність.

Регульована компенсація реактивної потужності забезпечується за допомогою шунтових пристроїв, що підключаються до шин підстанції або навантаження паралельно. Ці пристрої можна розділити на дві принципово відмінні одна від одної групи.

До першої групи джерел реактивної потужності (ДРП) відносяться обертові синхронні машини: синхронні генератори електростанцій, синхронні компенсатори, синхронні двигуни. Ці пристрої дозволяють плавно регулювати реактивну потужність як в режимі генерування, так і споживання.

До другої групи належать статичні ДРП або статистичні компенсатори реактивної потужності. До них відносяться конденсаторні батареї, реактори, але не струмообмежуючі пристрої на базі перетворювачів (випрямлячі, інвертори) зі штучною комутацією тиристорів або їх комбінації.

Самостійне рішення кожним студентом індивідуальних подібних задач.

Практичне завдання № 2

Тема – Аналіз впливу якості електроенергії на роботу електроприймачів.

Ціль - Скласти таблицю і порівняти показники якості електроенергії.

Контроль знань основних теоретичних положень

1. Які існують показники якості електричної енергії?
2. Залежність ефективності роботи електроприймачів в залежності від їх типу та типу показника якості електричної енергії.
3. Який показник якості електричної енергії характеризує несиметрію в електричній мережі?
4. Який показник якості електричної енергії характеризує несинусоїдальність в електричній мережі?

Забезпечення: роздатковий матеріал.

Тип показника якості електроенергії (ПЯЕ)	Характеристика ПЯЕ	Найбільш вірогідна причина

Усталене відхилення напруги δU_y		
Розмах зміни напруги δU_f		
доза флікеу P_T		
коефіцієнт несиметрії напруг по зворотній послідовності K_{2u}		
коефіцієнт несиметрії напруг за нульової послідовності K_{0u}		
коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги K_u		
відхилення частоти Δf		
тривалість провалу напруги Δt_n		
імпульсна напруга $U_{\text{имп}}$		
коефіцієнт тимчасової перенапруги $K_{\text{пер}U}$		

Практичне заняття № 3

Тема: Підбір потужності пристрою компенсації реактивної потужності.

Мета: Навчитися підбирати потужність пристроїв компенсації реактивної потужності.

Забезпечення: таблиці, обчислювальні засоби.

Короткі теоретичні відомості

Застосування установок для компенсації реактивної потужності дозволяє:

- знизити оплату за споживання електроенергії;
- зменшити втрати енергії на лініях електропередачі, в кабелях, трансформаторах і розподільчому обладнанні за рахунок зменшення фазних струмів;
- знизити провали напруги;
- збільшити термін служби трансформаторів за рахунок зниження температури перегріву обмоток;
- підключити додаткове навантаження за рахунок зниження споживаного струму від силового трансформатора;
- для проєктованих об'єктів знизити витрати на закупівлю кабелів за рахунок зменшення їх перетину;
- придушити мережеві перешкоди, знизити несиметрію фаз;
- поліпшити якість електроенергії.

Електричне устаткування допускають тривалу роботу:

- при підвищенні діючого значення напруги до 1,1 номінального;
- при підвищенні діючого значення струму до 1,3 номінального, одержуваного як за рахунок підвищення напруги, так і за рахунок вищих гармонік, або того й іншого разом, незалежно від гармонійного складу струму;
- з урахуванням граничного відхилення по ємності плюс 5% найбільший допустимий струм може бути до 1,3 номінального струму установки.

Основні види захисту конденсаторних установок:

- від струмових перевантажень конденсаторів;
- тепла (від перегріву конденсаторів);
- від протікання по конденсаторах струмів вищих гармонік;
- від зникнення напруги мережі живлення.

Застосування установок компенсації реактивної потужності КРП необхідно на підприємствах, що використовують:

- асинхронні двигуни ($\cos\varphi \sim 0.7$);
- асинхронні двигуни, при неповному завантаженні ($\cos\varphi \sim 0.5$);
- випрямні електролізні установки ($\cos\varphi \sim 0.6$);
- електродугові печі ($\cos\varphi \sim 0.6$);
- індукційні печі ($\cos\varphi \sim 0.2 - 0.6$);
- водяні насоси ($\cos\varphi \sim 0.8$);
- компресори ($\cos\varphi \sim 0.7$);
- машини, верстати ($\cos\varphi \sim 0.5$);
- зварювальні трансформатори ($\cos\varphi \sim 0.4$);
- лампи денного світла ($\cos\varphi \sim 0.5-0.6$).

На рис. 1 представлено процес компенсації реактивної потужності.

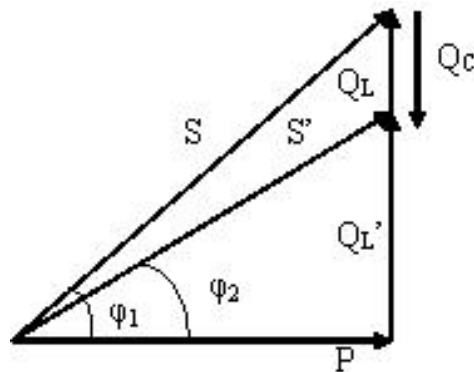


Рисунок 1 – компенсація реактивної потужності
де Q_c – ємність (реактивна потужність) конденсаторної батареї,
 Q_L – реактивна потужність лінії до компенсації, Q_L' – реактивна потужність лінії після компенсації

Основні принципи з підбору установок КРП

При підборі конденсаторної установки УКМ 58 необхідна сумарна потужність Q , яка визначається наступним чином

$$Q_c = P \cdot (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2),$$

де P - споживана активна потужність в ланцюзі.

S і S' - повна потужність до і після компенсації відповідно;

Q_c - необхідна ємнісна потужність.

Значення $(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2)$ визначається, виходячи з значень $\cos\varphi_1$ і $\cos\varphi_2$:

- $\cos\varphi_1$ - коефіцієнт потужності споживача до установки компенсуючих пристроїв (діючий коефіцієнт потужності);

- $\cos\varphi_2$ - коефіцієнт потужності після установки компенсуючих пристроїв (бажаний або задається підприємством енергопостачання коефіцієнт потужності).

Таким чином, формулу можна записати в наступному вигляді:

$$Q_{уст} = P_a \cdot k$$

де k - коефіцієнт, що отримується з таблиці відповідно до значень коефіцієнтів потужності $\cos\varphi_1$ і $\cos\varphi_2$.

Наприклад:

Активна потужність в мережі 300 кВт.

Чинний $\cos\varphi = 0,7$ до компенсації.

Необхідний $\cos\varphi = 0,96$.

По таблиці 1, обчислюємо коефіцієнт k .

Таблиця 1 – Визначення коефіцієнту перерахунку

Исходный коэффициент мощности		Коэффициент перерасчета К									
$\cos\varphi_1$	$\tan\varphi_2$	$\cos\varphi_2$									
		0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,92	0,94	0,96	0,98	1
0,20	4,899	3,879	4,017	4,149	4,279	4,415	4,473	4,536	4,607	4,696	4,899
0,25	3,873	2,853	2,991	3,123	3,253	3,389	3,447	3,510	3,581	3,660	3,873
0,30	3,180	2,160	2,298	2,430	2,560	2,695	2,754	2,817	2,888	2,977	3,180
0,35	2,676	1,656	1,795	1,926	2,057	2,192	2,250	2,313	2,385	2,473	2,676
0,40	2,291	1,271	1,409	1,541	1,672	1,807	1,865	1,928	2,000	2,088	2,291
0,45	1,985	0,964	1,103	1,235	1,365	1,500	1,559	1,622	1,693	1,781	1,985
0,50	1,732	0,712	0,850	0,982	1,112	1,248	1,306	1,369	1,440	1,529	1,732
0,55	1,518	0,498	0,637	0,768	0,899	1,034	1,092	1,156	1,227	1,315	1,518
0,60	1,333	0,313	0,451	0,583	0,714	0,849	0,907	0,970	1,042	1,130	1,333
0,65	1,169	0,149	0,287	0,419	0,549	0,685	0,743	0,806	0,877	0,966	1,169
0,70	1,020		0,138	0,270	0,400	0,536	0,594	0,657	0,729	0,817	1,020
0,75	0,882			0,132	0,262	0,398	0,456	0,519	0,590	0,679	0,882
0,80	0,750				0,130	0,266	0,324	0,387	0,458	0,547	0,750
0,85	0,620					0,135	0,194	0,257	0,328	0,417	0,620
0,90	0,484						0,058	0,121	0,193	0,281	0,484
0,95	0,329								0,037	0,128	0,329

Визначаємо з таблиці значення коефіцієнта $k = 0,73$. Отже, необхідна потужність конденсаторної установки УКМ 58 $Q_c = 0,73 \times 300 = 219$ кВАр. При розрахунку слід враховувати, що зазвичай не рекомендується компенсувати реактивну потужність повністю (до $\cos\varphi = 1$), тому що при цьому можлива перекомпенсація (за рахунок змінної величини активної потужності навантаження та інших випадкових факторів). Зазвичай намагаються досягти значення $\cos\varphi = 0,90 \dots 0,95$.

Основні серії пристроїв компенсації реактивної потужності (при порівняльному невеликому кошторисі) УКМ 58 0.4 та КРМ 0.4.

Таблиця 2 - Комплектні конденсаторні установки напругою 0.4 кВ з автоматичним регулюванням

Примітка: У - установка конденсаторна, КП - регулюється по РП, 58 - конструктивне виконання, 0,4 - номінальна напруга, кВ, 200 - номінальна потужність, кВАр, 33.3 - потужність ступені регулювання, кВАр, У - кліматичне виконання (помірне): З - для внутрішньої установки

Тип	Мощ- ность, квар	К-во сту- пе- ней	Мощность ступеней	Габариты, мм			Ма сса, кг
				Длина	Ши- ри- на	Высо- та	
УКМ 58-04-20-10УЗ	20	2	2×10	530	430	1010	47
УКМ 58-04-30-10УЗ	30	3	3×10	530	430	1010	62
УКМ 58-04-50-25УЗ	50	2	2×25	530	430	1010	70
УКМ 58-04-50-10-У	50	5	5×10	530	430	1010	78
УКМ 58-04-67-33,3УЗ	67	2	2×33,3	530	430	1010	85
УКМ 58-04-100-33,3УЗ	100	3	1×33,3+1×67	680	430	610	110
УКМ 58-04-112,5-37,5УЗ	112,5	3	1×37,5+1×75	680	430	1610	110
УКМ 58-04-133-33,3-УЗ	133	4	2×33,3+1×67	680	430	1610	125
УКМ 58-04-150-30УЗ	150	5	1×30+2×60	680	430	1610	132
УКМ 58-04-167-33,3УЗ	167	5	1×33,3+2×67	860	430	1610	137
УКМ 58-04-180-30УЗ	180	6	2×30+2×60	860	430	1610	145
УКМ 58-04-200-33,3УЗ	200	6	2×33,3+2×67	860	430	1610	168
УКМ 58-04-225-37,5УЗ	225	6	2×37,5+2×75	860	430	1610	168
УКМ 58-04-268-67УЗ	268	4	4×67	860	430	1610	195
УКМ 58-04-300-33,3УЗ	300	9	4×67+1×33,3	1250	580	1610	210
УКМ 58-04-335-67УЗ	335	5	5×67	1250	580	1610	285
УКМ 58-04-337,5-37,5УЗ	337,5	9	1×37,5+4×75	1250	580	1610	285
УКМ 58-04-402-67УЗ	402	6	6×67	1430	580	1610	305
УКМ 58-04-536-67УЗ	536	8	8×67	430	580	1610	562
УКМ 58-04-603-67УЗ	603	9	9×67	1430	580	1610	585

Вирішення типових задач разом із студентами

Приклад 1:

Необхідно визначити номінальну потужність Q_k конденсаторної батареї, необхідної для підвищення коефіцієнта потужності до значення 0,95 на підприємстві з трьохзмінним рівномірним графіком навантаження.

Середньодобова витрата електроенергії $W_a = 9200 \text{ кВт*год}$; $W_p = 7400 \text{ кВАр*год}$. Конденсатори встановлені на напругу 380 В.

Порядок розрахунків.

Розраховуємо середньодобове навантаження

$$P_{\text{ср}} = W_a / 24 = 9200/24 = 384 \text{ кВт.}$$

Обчислюємо потужність конденсаторних батарей

$$Q_k = P (\text{tg}\varphi_1 - \text{tg}\varphi_2) = 384 (0,8 - 0,33) = 181 \text{ кВАр,}$$

$$\text{де } \text{tg}\varphi_1 = W_p / W_a = 7400/9200 = 0,8, \text{ а } \text{tg}\varphi_2 = \frac{\sqrt{1-0,95^2}}{0,95} = 0,33$$

По результатм обчислень вибираємо трифазні конденсатори типу КМ1-0,38-13 кожен номінальною потужністю 13 кВАр на напругу 380 В. Число конденсаторів в батареї $n = Q / 13 = 181/13 = 14$.

Примітка: Розшифровка позначення типу конденсатора:

- К - косінусний М (С) - з просоченням маслом (синтетичної рідиною);
- цифра 1 або 2 - виконання в корпусі 1-го або 2-го габариту;
- цифра після першого дефіса - робоча напруга в кВ, а цифра після другого дефіса - реактивна потужність конденсатора в кВАр.

Потужність різних конденсаторних установок для середньодобового навантаження можна знайти в електротехнічних довідниках і каталогах виробників.

Приклад 2:

Активна потужність 300 кВт.

Чинний $\cos\varphi = 0,7$.

Необхідний (бажаний) $\cos\varphi = 0,96$.

Порядок розрахунків

Визначаємо з таблиці значення коефіцієнта $k = 0,73$. Отже, необхідна потужність конденсаторної установки КРМ-0,4 (УКМ-58) $Q_c = 0,73 \cdot 300 = 219 \text{ кВАр}$.

Самостійне рішення кожним студентом індивідуальних подібних задач

Практичне заняття № 4 – 5

Тема: Розрахунок економічного ефекту від впровадження конденсаторних установок компенсації реактивної потужності.

Мета: Навчитися визначати економічний ефект від впровадження конденсаторних установок компенсації реактивної потужності.

Забезпечення: таблиці, обчислювальна техніка.

Короткі теоретичні відомості

Більшість електричних пристроїв використовуються в різних галузях

промисловості (таблиця 3 і 4) поряд з активною потужністю споживають і реактивну потужність (змішане навантаження). Наявність змішаного навантаження призводить до необхідності використовувати більш потужні трансформатори і кабелі, а також викликає такі негативні наслідки:

- збільшення споживаної потужності;
- збільшення падіння напруги і втрат на нагрівання в кабелях;
- скорочення терміну служби обладнання;
- збільшення на 30 - 60% суми платежу за спожиту електроенергію.

Компенсація реактивної потужності є одним з найбільш доступних, ефективних і простих способів енергозбереження та зниження собівартості продукції, що випускається.

Для реалізації завдання компенсації реактивної потужності на стороні 0,4 кВ у данному випадку рекомендується використовувати конденсаторні установки типу КК, УКМ58, УКМФ58,а на боці 6,3 кВ і 10,5 кВ установки типу УКЛ (П) 56, УКЛ (П) 57.

Таблиця 3 – Коефіцієнт потужності некомпенсованого обладнання

Тип навантаження	Орієнтовний коефіцієнт потужності
Асинхронний електродвигун до 100 кВт	0,6 – 0,8
Асинхронний електродвигун 100-250 кВт	0,8 – 0,9
Індукційна електропіч	0,2 – 0,6
Зварювальний апарат змінного струму	0,5 – 0,6
Електродугова піч	0,6 – 0,8
Лампа денного світла	0,5 – 0,6

Таблиця 2

Тип навантаження	Орієнтовний коефіцієнт потужності
Хлібопекарне виробництво	0,6 – 0,7
Мясопереробне виробництво	0,6 – 0,7
Меблеве виробництво	0,6 – 0,7
Лісне виробництво	0,55 – 0,65
Молочні заводи	0,6 – 0,8
Механіко обробні виробництва	0,5 – 0,6
Авторемонтні виробництва	0,7 – 0,8

Таблиця 4

Исходный коэффициент мощности		Коэффициент перерасчета К									
$\cos j_1$	$\tan j_2$	$\cos j_2$									
		0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,92	0,94	0,96	0,98	1
0,20	4,899	3,879	4,017	4,149	4,279	4,415	4,473	4,536	4,607	4,696	4,899
0,25	3,873	2,853	2,991	3,123	3,253	3,389	3,447	3,510	3,581	3,660	3,873
0,30	3,180	2,160	2,298	2,430	2,560	2,695	2,754	2,817	2,888	2,977	3,180
0,35	2,676	1,656	1,795	1,926	2,057	2,192	2,250	2,313	2,385	2,473	2,676
0,40	2,291	1,271	1,409	1,541	1,672	1,807	1,865	1,928	2,000	2,088	2,291
0,45	1,985	0,964	1,103	1,235	1,365	1,500	1,559	1,622	1,693	1,781	1,985
0,50	1,732	0,712	0,850	0,982	1,112	1,248	1,306	1,369	1,440	1,529	1,732
0,55	1,518	0,498	0,637	0,768	0,899	1,034	1,092	1,156	1,227	1,315	1,518
0,60	1,333	0,313	0,451	0,583	0,714	0,849	0,907	0,970	1,042	1,130	1,333
0,65	1,169	0,149	0,287	0,419	0,549	0,685	0,743	0,806	0,877	0,966	1,169
0,70	1,020		0,138	0,270	0,400	0,536	0,594	0,657	0,729	0,817	1,020
0,75	0,882			0,132	0,262	0,398	0,456	0,519	0,590	0,679	0,882
0,80	0,750				0,130	0,266	0,324	0,387	0,458	0,547	0,750
0,85	0,620					0,135	0,194	0,257	0,328	0,417	0,620
0,90	0,484						0,058	0,121	0,193	0,281	0,484
0,95	0,329								0,037	0,128	0,329

Розрахунок економічного ефекту від установки УКП (Спільно зі студентами)

Приклад:

Вихідні дані:

$W_A = 300\,000$ кВт • год - показання лічильника активної енергії

$W_P = 400\,000$ кВАр • год;

T - період зняття показання лічильників електроенергії (місяць), годину.

Розрахунки до компенсації реактивної потужності.

Результуюча середня активна потужність

$$P = W_A / T = 300\,000 \text{ кВт} \cdot \text{год} / 600 \text{ год} = 500 \text{ кВт}.$$

Вихідний коефіцієнт потужності перераховується з:

- $\cos\varphi_1 = [(W_P / W_A)^2 + 1]^{-1/2} = [(400\,000 \text{ кВАр} \cdot \text{год} / 300\,000 \text{ кВт} \cdot \text{год})^2 + 1]^{-1/2} = 0,6$

- Результуюча середня реактивна потужність

$$Q_1 = W_P / T = 400\,000 \text{ кВАр} \cdot \text{год} / 600 \text{ год} = 666,7 \text{ кВАр}.$$

- Оплата за реактивну потужність за годину

$$П(1) = Q_1 k_q \times 1,18 \text{ (ПДВ)} = (666,7 \text{ кВАр} \times 0,10 \text{ грн} / \text{кВАр}) \times 1,18 = 78,67 \text{ грн}.$$

де - $k_q = 0,10 \text{ грн} / 1 \text{ кВАр}$ - тариф за оплату реактивної енергії.

Оплата за місяць – $П(м) = П(1) \times T = 78,67 \text{ грн} \cdot 600 \text{ год} = 47\,202 \text{ грн} / \text{міс}.$

Повна потужність - $S_1 = P / \cos\varphi_1 = 500 \text{ кВт} / 0,6 = 833,33 \text{ кВА}.$

Розрахунок після компенсації реактивної потужності.

Виконаємо розрахунок економічної ефективності від застосування установки для компенсації реактивної потужності (УКМ).

Міняємо коефіцієнт потужності з 0,6 на 0,9. Якщо виходити з того, що повна потужність залишається незмінною, тобто ми не купуємо більш потужний трансформатор і т.д., ($S_1 = S_2 = 833,33 \text{ кВА}$), а йдемо шляхом компенсації реактивної потужності то:

$$P_2 = S_2 \cdot \cos\varphi_2 = 833,33 \text{ кВА} \cdot 0,9 = 749,99 \text{ кВт}.$$

Реактивна потужність після компенсації

$$Q_2^2 = S_2^2 - P_2^2 = 833,33^2 - 749,99^2,$$

$$Q_2 = 363,24 \text{ кВАр}$$

Оплата за реактивну потужність за годину

$$П_P(\text{год}) = Q_2 k_q \times 1,18 \text{ (ПДВ)} = 363,24 \times 0,10 / \text{кВАр} \times 1,18 = 42,8 \text{ грн}.$$

Оплата за реактивну потужність за місяць (600 годин)

$$P_r(600\text{год}) = P_r(\text{год}) \times T = 42,86 \text{ грн.} \times 600 \text{ год} = 25716 \text{ грн.} / \text{міс.}$$

Визначення необхідної потужності конденсаторної установки.

Для визначення реактивної потужності, необхідної для розрахунку бажаного коефіцієнта потужності застосовується наступна формула:

$$Q_c = P \cdot k,$$

де P - активна потужність компенсуємого споживача, Q_c - реактивна потужність необхідного компенсуючого конденсатора, $\cos\phi_1$ - коефіцієнт потужності споживача до установки компенсуючих пристроїв, $\cos\phi_2$ - коефіцієнт потужності після установки компенсуючих пристроїв (бажаний або задається енергосистемою коефіцієнт).

Коефіцієнт k вибирається з таблиці №3. Для поліпшення коефіцієнта потужності від 0,6 до 0,9 вибирається з таблиці коефіцієнт 0,849. Таким чином, виходить значення потужності конденсатора (УКМ)

$$Q_c = P_2 \cdot k = 500 \text{ кВт} \cdot 0,849 = 425 \text{ кВАр}$$

Термін окупності конденсаторної установки оцінюється наступним чином:

$$T_{\text{ок}} = E_{\text{укм}} / (P(\text{м}) - P_r(600\text{год})) = 140000 \text{ грн.} / (47202 \text{ грн.} / \text{міс} - 25716 \text{ грн.} / \text{міс}) = 6,5 \text{ міс.}$$

Самостійне рішення кожним студентом індивідуальних подібних задач.

Практичне заняття 6.

Розташування засобів обліку на підстанції.

Завдання.

Для заданої схеми підстанції виконати розташування засобів обліку електроенергії для розрахункового і технічного обліку електричної енергії. Визначити склад і характеристики вимірювальних приладів точок обліку.

Вихідні дані.

Принципова схема підстанції із зазначенням меж балансової належності.

Представлення результатів роботи.

Результати роботи оформити в електронному вигляді у вигляді текстового файлу (Word) та / або файлу електронної таблиці (Excel) в табличній формі і передати викладачу. В початку файлу вказати всі необхідні при оформленні студентської навчальної роботи атрибути.

Вказівки.

При виконанні роботи слід керуватися дійсними методичними вказівками і наступними рекомендаційними та нормативними документами:

- Правила обліку електричної енергії;
- ПУЕ, Глава 1.5;
- Осика Л.К. Принципи розміщення вимірювальних комплексів для цілей комерційного обліку на оптовому ринку електроенергії. - ЕСКО, 2002, № 12.
- Посібник для працівників енергопостачальних компаній і енергонагляду щодо роботи зі споживачами електроенергії та запобігання крадіжкам електроенергії/Під ред. Андрійчука Ю.А. та Катренка Г.М.

Порядок виконання роботи.

1. Скласти схему розрахункового і технічного обліку електричної енергії на підстанції. Використовувати для цього комутаційну принципову схему підстанції. Розстановку приладів виконати відповідно до «Правил обліку електричної енергії », та ПУЕ, також іншими документами, переліченими вище. Відмітити на схемі точки обліку активної та реактивної енергії і межі балансової приналежності.

2. Визначити класи точності приладів обліку (Лічильник (Л), Трансформатор струму (ТС), Трансформатор напруги (ТН)) для точок обліку і звести метрологічні параметри засобів вимірювань вимірювальних каналів в одну таблицю.

Встановлення засобів обліку електричної енергії на підстанції електричної мережі.

У відповідності до ПУЕ розрахункові лічильники активної електроенергії на підстанції енергосистеми повинні встановлюватися:

- 1) для кожної лінії, що відходить від системи електропостачання та електропередачі, що належить споживачам;
- 2) для міжсистемних ліній електропередачі - по два лічильники зі стопорами, враховуючи відпущену і отриману електроенергію, а за наявності відгалужень від цих ліній в інші енергосистеми - по два лічильники зі стопорами, що враховують отриману і відпущену електроенергію, на вводах у підстанції цих енергосистем;
- 3) на трансформаторах середньої напруги (СН);
- 4) для ліній господарських потреб або сторонніх споживачів (селище тощо), приєднаних до шин (СН).
- 5) для кожного обвідного вимикача або для шиноз'єднувального (міжсекційного) вимикача, що використовується в якості обхідного для приєднань,

які мають розрахунковий облік, - два лічильника зі стопорами. Для ліній до 10 кВ у всіх випадках повинні бути виконані ланцюги обліку, складання затискачів.

Лічильники реактивної електроенергії повинні встановлюватися:

- 1) на тих же елементах схеми, на яких встановлені лічильники активної електроенергії для споживачів, які розраховуються за електроенергію з урахуванням дозволеної до використання реактивної потужності;
- 2) на приєднаннях джерел реактивної потужності споживачів, якщо по ним проводиться розрахунок за електроенергію, видану в мережу енергосистеми, або здійснюється контроль заданого режиму роботи.

Класи точності розрахункових лічильників електричної енергії наведено в табл. 1. Лічильники активної електроенергії для технічного обліку слід встановлювати на підстанціях напругою 35 кВ і вище, енергосистем:

- на сторонах середньої і низької напруги, силових трансформаторів;
- на кожній підходящій лінії електропередачі 6 кВ і вище, що знаходиться на балансі енергосистеми.

Лічильники реактивної електроенергії для технічного обліку слід встановлювати на сторонах середньої і низької напруги силових трансформаторів підстанцій 35 кВ і вище.

Таблиця 1 – Рекомендовані класи точності лічильників електричної енергії

Об'єкт вимірювання	Класи точності не нижче, для:			
	Лічильник активної енергії	Лічильник реактивної енергії	ТС	ТН
Об'єкти енергопостачальних компаній				
Лінії електропередачі 220 кВ і вище	0,2 S	0,5 (1,0)	0,2 S	0,2
Лінії електропередач і вводи 6 – 10 кВ	0,2 S 0,2 S*	1,0	0,5 S 0,2 S*	0,5 0,2*
Лінії електропередач і вводи 6 – 10 кВ із приєднаною потужністю 5 МВт і більше	0,5 S	1,0	0,5 S	0,5
Відходячі лінії і вводи 0,4 кВ	0,5	1,0	0,5	--
Об'єкти споживачів електричної енергії				
Споживачі потужністю	0,2 S*	0,5 (1,0)	0,2 S*	0,2*

100 МВт і вище				
Споживачі потужністю 750 кВА ÷ до 100 МВА	0,5 S	1,0	0,5 S [*]	0,5
Споживачі потужністю < 750 кВА на приєднаннях:				
До мереж 110 кВ і вище	0,5 S	1,0	0,5 S [*]	0,5
До мереж 6 – 35 кВ	0,5 S [*]	1,0	0,5 S [*]	0,5
До мереж 0,4 кВ із приєднаною потужністю > 150 кВА	1,0 [*]	2,0	0,5	--
До мереж 0,4 кВ - < 150 кВА	1,0 [*]	--	0,5	--
Споживачі – громадяни	2,0	--	0,5	--
* У випадку будівництва або модернізації				

Вимірювальні ТС слід застосовувати в мережах 6 кВ і вище, а також у мережах 0,4 кВ в тих випадках, коли вимірюваний струм перевищує 60 А, а приєднана потужність - понад 25 кВт. При будівництві нових та реконструкції існуючих об'єктів необхідно застосовувати схему вимірювання з трьома ТС. Вимірювальні ланцюга для підключення приладів обліку необхідно підключати до окремої обмотки трансформатора струму. Для живлення ланцюгів напруги вимірювальних елементів лічильників повинні застосовуватися трифазні ТН або однофазні трансформатори, встановлювані в кожній з трьох фаз. Значення відносних втрат напруги в лініях приєднання лічильників до трансформаторів напруги повинні бути не більше 0,25 % Номінальна вторинна напруга для трансформаторів напруги класів точності 0,2 і 0,5 і не більше 0,5% - для трансформаторів напруги класу точності 1,0.

Практичне заняття № 7- 8

Тема – Визначення оцінки ефективності інвестицій при впровадженні систем комплексного керування енерговикористанням.

Ціль – Уміння вибрати із декількох енергозберігаючих проектів найбільш економічно ефективний.

Економічні терміни

Грошовий потік (Cash flow) - визначає фінансовий підсумок діяльності підприємства за певний період часу, визначається як різниця між

сумою фінансових надходжень та сумою фінансових витрат за вибраний термін (1 місяць, 1 рік, декілька років). В нашому випадку грошовий потік розраховується на кінець кожного року експлуатації.

Дисконтування. Ставка дисконтування. Коефіцієнт дисконтування. При оцінці того чи іншого проекту, інвестори повинні підсумовувати та порівнювати майбутні витрати, надходження капіталу, фінансові підсумки різних років. При підсумовуванні та зіставленні вказаних потоків капіталу, ці потоки прийнято приводити до порівнянного вигляду (дисконтувати) на дату початку реалізації проекту (тобто на теперішній час, на сьогоднішню дату)

Для дисконтування грошової суми, що відноситься до якого-небудь року в майбутньому, використовують наступну залежність:

$$(PV)_t = \frac{1}{(1+r)^t} \cdot C_t,$$

де $(PV)_t$ - сьогоднішня цінність грошової суми, що відноситься до року t в майбутньому;

C_t - грошова сума, що відноситься до року t , який нас цікавить;

t - порядковий номер року в майбутньому, починаючи з дати початку реалізації проекту;

r - ставка дисконтування (в долях одиниці).

Таким чином, щоб привести основні фінансові показники до єдиного порівнянного масштабу цін, необхідно помножити відповідні фінансові показники року t на коефіцієнт дисконтування, що визначається за формулою:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+r)^t}$$

Для фінансових інвестицій за ставку дисконтування приймають ставку доходу від альтернативних вкладень в самі надійні цінні папери, або процент за банківський депозит. Ставка дисконтування по ризикованим проектам повинна бути вище, ніж по абсолютно надійним.

Основні показники ефективності інвестиційних проектів

Показник NPV (Net present value - чиста приведена вартість проекту)

NPV - це сума дисконтованих підсумків за всі роки проекту, враховуючи від дати початку інвестицій. Розраховується за формулою:

$$NPV = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{(CF)_t}{(1+r)^t},$$

де $(CF)_t$ - фінансовий підсумок в році t урахуванням початкових інвестицій (якщо вони приходяться на цей рік) - тобто це грошовий потік *Cash flow*.

Якщо в формулі (1.3) виділити початкові інвестиції (інвестиції, що фінансуються з уставного фонду та заємних коштів), то вона приймає вид:

$$NPV = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{(\overline{CF})_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^{t=n} \frac{(C_0)_t}{(1+r)^t},$$

де $(C_0)_t$ - початкові Інвестиції в році t , рахуючи від дати початку інвестицій;

$\sum_{t=1}^{t=n} \frac{(C_0)_t}{(1+r)^t}$ - вкладений капітал (початкові інвестиції в проект);

$(\overline{CF})_t$ - фінансовий підсумок в році t , що підраховується без початкових інвестицій (якщо вони приходяться на цей рік);

$\sum_{t=1}^{t=n} \frac{(\overline{CF})_t}{(1+r)^t}$ - віддача на вкладений капітал (на початкові інвестиції).

Для разових інвестицій формула (1.4) приймає простіший вигляд:

$$NPV = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{(\overline{CF})_t}{(1+r)^t} - C_0,$$

де C_0 - разові інвестиції в фінансові активи (вкладений капітал);

$\sum_{t=1}^{t=n} \frac{(\overline{CF})_t}{(1+r)^t}$ - сума фінансових підсумків по роках, рахуючи з дати покупки фінансових активів (віддача на капітал).

NPV характеризує загальний економічний ефект від інвестиційного проекту, але без прив'язки до тривалості отримання цього ефекту.

Правило NPV: *приймаються інвестиційні проекти, що мають значення NPV зі знаком „плюс”.* Це правило означає, що в прийнятному проекті віддача на капітал повинна перевищувати вкладений капітал (див. формули (1.4) та (1.5)).

Показник IRR (Internal return rate - внутрішня норма прибутковості).

Показник IRR являє собою перевірочний дисконт, при котрому віддача від інвестиційного проекту дорівнює початковим інвестиціям в проект.

В даному визначенні IRR ключовим словом є „дисконт”. Необхідні відомості про дисконт розглянуті вище (див. п. 1.1).

Правило NPV (див. п. 1.2.1) також можна сформулювати, використовуючи дисконт. Для цього в формулах (1.4) чи (1.5) простим підбором знаходять таке значення дисконту r , при якому віддача на капітал дорівнює вкладеному капіталу, а $NPV = 0$. Цю однозначну величину r прийнято називати " Internal return rate " (IRR). При цьому правило NPV замінюється на **правило IRR**: *приймаються ті інвестиційні проекти, в яких значення дисконту r (що дорівнює обґрунтованому рівню r щорічних нарахувань на вкладений капітал, якщо припустити його альтернативне використання) не досягає значення IRR.*

Показники PB та DPB (payback period, discounted payback period) - простий строк окупності, дисконтований строк окупності.

Дисконтований строк окупності (DPB) - це період, за який віддача на капітал досягає значення суми початкових інвестицій.

Під віддачею на капітал в випадку реальних інвестицій (інвестицій в матеріальні (речові) активи) розуміється сума дисконтованих фінансових підсумків по роках, підрахованих без початкових інвестицій:

$$\sum_{t=1}^{t=n} \frac{(\overline{CF})_t}{(1+r)^t}$$

Дисконтований строк окупності знаходиться за залежністю:

$$DPB = \frac{-\ln\left(1 + \frac{C_0}{CF} \cdot r\right)}{\ln(1+r)},$$

де C_0 - початкові інвестиції;

CF - грошовий потік (фінансовий підсумок) за рік;

якщо не враховувати дисконтування фінансових підсумків, то отримаємо показник „простий” строк окупності.

Простий строк окупності (PB) - період, за який віддача на капітал без врахування дисконтування (тобто при $r=0$) досягає значення суми початкових інвестицій.

Простий строк окупності знаходиться за виразом:

$$PB = \frac{C_0}{(CF)}$$

Методи оцінки ефективності інвестицій

Методи оцінки ефективності інвестицій (термін окупності проектів)

Найбільш простий метод оцінки проекту - це розрахунок терміну повернення коштів (термін окупності). Це просто період часу, протягом якого вигоди від проекту будуть рівними затратам на проект. Період повернення грошей можна виразити наступним чином:

$$T_{ok} = \frac{K_0}{(ЧП + A)},$$

де T_{ok} - період повернення коштів (років);

K_0 - загальна вартість проекту (\$);

ЧП - чистий прибуток від проекту (\$/рік);

A - амортизаційні відрахування (\$/рік) (У варіанті, що розглядається приймемо $A=0$).

Переваги методу простої окупності полягають в простоті та ілюстративності. Вони використовуються для швидкої оцінки інвестицій в енергозберігаючі проекти на попередніх стадіях розробки проекту. До простих методів відносять також розрахунок простої норми прибутку і визначення терміну окупності інвестицій.

Метод простої окупності має свої недоліки:

- в ньому не приймається в розрахунок "часова вартість грошей";
- в ньому ігнорується прибуток, який може бути отриманий після закінчення періоду повернення коштів;
- в ньому не враховується номінальна вартість залишкового капіталу.

Існують більш складні методи оцінок проектів, які мають ряд переваг в порівнянні з методом розрахунку повернення коштів.

Загалом, ефективність інноваційного енергозберігаючого проекту в ринкових умовах характеризується системою показників, які відображають відношення результатів проекту і витрат для досягнення цих результатів. Загальні принципи оцінки ефективності інвестицій:

- розрахунок ефективності виконується щодо визначеного часового інтервалу;
- розрахунок потоку грошових коштів для кожного місяця, кварталу, року даного часового інтервалу;
- використання методів дисконтування;
- виключення амортизаційних відрахувань зі складу поточних витрат, оскільки вони разом із прибутком розглядаються як джерело фінансування інвестицій;
- прибуток розглядається у вигляді валового (брутто) і у вигляді чистого (нетто) прибутку, тобто враховується необхідність виплати податків, процентів за кредит, дивідендів та інших обов'язкових платежів;
- врахування таких факторів як ризик і невизначеність.

Методика дисконтування

В більш складних методиках оцінки враховується, що:

- рух коштів здійснюється протягом всього періоду реалізації проекту;
- кошти, які є зараз, мають більшу цінність, ніж та ж сама сума коштів в майбутньому і, чим довший період повернення коштів, тим меншу цінність вони мають.

Поняття "дисконтування" пов'язане з тимчасовою цінністю грошей і так званими відсотковими ставками. Якщо прийняти початкову суму інвестованого капіталу, як K_0 , ставка відсотків за рік, як - p , t - тривалість розміщення капіталу або кількість років на вкладені гроші то у кінці першого отримаємо:

$$K_1 = K_o + K_{op} = K_o(1 + p)$$

у кінці другого року:

$$K_2 = K_{1o} + K_{1p} = K_o(1 + p)^2$$

у кінці t - року:

$$K_t = K_o(1 + p)^t$$

Це показує, що сума коштів, яка буде отримана в майбутньому, буде коштувати тим менше, чим довший період їх матеріалізації. Це результат інфляції та нестабільності, які мають враховуватись при дисконтуванні руху майбутніх коштів.

Вираження грошових коштів, які повинні бути отримані або виплачені в майбутньому, через їх сьогодишню вартість називається дисконтуванням. За допомогою дисконтування враховується фактор часу. Отримана в результаті дисконтування величина називається дисконтованою, або приведеною, або поточною вартістю. Різниця між кінцевою сумою через I років і дисконтованою вартістю називається дисконтом.

Дисконтування - процес, зворотний розрахунку складних відсотків. Якщо нарахування відсотків проходить в кінці року, то:

$$K_o = \frac{K_t}{(1+p)^t} = K_t \frac{1}{(1+p)^t} - \text{дисконтована приведена вартість};$$

$$\frac{1}{(1+p)^t} - \text{коефіцієнт дисконтування.}$$

Величина p - являє собою норму дисконту і дорівнює прийнятій для інвестора нормі доходу на капітал.

Чистий дисконтований прибуток

Метод, в якому враховується часова вартість коштів, представляє собою розрахунок чистої приведеної вартості (NPV). В такому методі оцінки враховуються вигоди від проекту протягом всього терміну його життя. Якщо протягом розрахункового періоду не проходить інфляційних змін або розрахунок виконується у базових цінах, то чистий дисконтований прибуток (NPV) для постійної норми дисконту розраховується за формулою:

$$NPV = \sum_{t=0}^{t=1} (R_t - Z_t) \frac{1}{(1+p)^t},$$

де R_t - прибуток, отриманий від реалізації енергозберігаючого заходу, досягнутий на t -му кроці розрахунку;

Z_t - витрати, що здійснюються на t -му кроці розрахунку;

$E_\phi = R_t - Z_t$ - ефект, що здійснюється на 1 -му кроці розрахунку;

$t = t_1$ - горизонт розрахунку (останній рік, квартал, місяць розрахункового періоду, на якому об'єкт ліквідовується). Суми, що дисконтуються щорічно, сумуються, щоб дати чистий дисконтований прибуток.

При проведенні банківської експертизи для аналізу доцільності надання кредитів на реалізацію енергозберігаючого проекту необхідно, щоб строк життя проекту збігався зі строком погашення заборгованості. Для того, щоб проект був привабливий для інвестора, його ЧПВ має бути більша нуля. Якщо $NPV > 0$, то при даній нормі дисконтування проект вважається ефективним і може розглядатися питання про його прийняття.

Для фінансової установи при наявності декількох аналогічних варіантів більш привабливий той проект, у якого $NPV = \max$. Чистий дисконтований прибуток (NPV) представляє собою інтерес для фінансових менеджерів, оскільки він сповіщає нас який з проектів принесе прибуток в грошовому виразі на сьогоднішній день за протягом свого терміну дії.

Недоліки даного показника полягають у тому, що він має абсолютний, а не відносний характер, а також у тому, що при розрахунках NPV дуже важливу роль відіграє правильний вибір відсоткової ставки кредиту (норми дисконту), від якої може суттєво залежати результат порівняння інших проектів з різним розподіленням ефекту в часі.

Вибір норми дисконтування

Вибір норми коливається в залежності від характеру організації та комерційної кон'юнктури в якій вона працює; відноситься чи вона до вартості зайнятих коштів, вартості банківських депозитів чи необхідності організації вишукати капітал з внутрішніх резервів. Передбачається, що вартість капіталу це складова, середньозважена цифра у відповідності з джерелами капіталу, який може бути використаний підприємством.

При виборі норми дисконту необхідно врахувати, щоб доход від вкладених коштів забезпечив мінімальний гарантований рівень доходності (прибутковості); повністю компенсував зміни (у тому числі інфляційні) купівельної спроможності грошей протягом періоду; покрив ризик інвестора, пов'язаний зі здійсненням проекту.

Таким чином, найпростішу норму дисконту можна розрахувати наступним чином:

$$p = r + \mu + r \cdot K$$

Де r - мінімальна реальна норма прибутку;

μ - темп інфляції;

$r \cdot K$ - коефіцієнт, який враховує ступінь ризику.

При всій важливості, яка надається коефіцієнту дисконтування як процедурі, вона може бути дуже довільною. Дисконтування потоків коштів надає енергоменеджеру зручний спосіб просигналізувати про серйозність інвестування в енергозберігаючі проекти шляхом опитування фінансового менеджера яку "вартість капіталу" він пропонує закласти.

Метод NPV визначає, чи заробляє ця інвестиція більше (додатна NPV) чи менше (від'ємна NPV) ніж цільова норма прибутку. Норма дисконту, яка проводить NPV до нуля, відома під назвою внутрішня норма прибутку (IRR) і може використовуватись при порівнянні проектів. Чим вище NPV, тим привабливіший проект.

Для визначення внутрішньої норми , прибутку (IRR) слід використовувати метод послідовних розрахунків для різних коефіцієнтів дисконтування, в результаті якого можна визначити коефіцієнт дисконтування, коли NPV досягне нуля.

Внутрішня норма прибутку (IRR) важлива в тому сенсі, що вона приблизно представляє собою норму прибутку, яку кошти заробили в організації або де-небудь ще, що було б краще інвестицій.

Висновки

Виникає питання, яку з трьох методик варто використовувати. Метод повернення коштів легкий для виконання розрахунків і простий для розуміння більшістю людей. Основним недоліком є ігнорування прибутку (та затрат), які з'являються після періоду повернення коштів. Розрахунок NPV більш складний і результат не завжди простий для розуміння.

Приклад 1

Дано: 3 інвестиційні проекти з наступними прогнозними значеннями грошових коштів

Приклад 1

Дано: 3 інвестиційні проекти з наступними прогнозними значеннями грошових коштів

Тип проекту, грн..	Рік реалізації				
	0	1	2	3	4
Проект №1. Впровадження керованого електроприводу вентиляторів	-1200	0	0	0	0
Накопичення по проекту	0	500	500	500	500
Експлуатаційні затрати	0	-100	-200	0	0
Рух коштів					
Сумарний баланс					
Проект №2. Оптимізація потужності електродвигунів	-1000	0	0	0	0
Накоплення по проекту	0	700	300	400	100
Експлуатаційні затрати	0	0	0	0	0
Рух коштів					
Сумарний баланс					
Проект №3. Автоматизація системи обліку електричної енергії	-20000	0	0	0	0
Накоплення по проекту	0	10 000	10 000	6 000	6 000
Експлуатаційні затрати	0	-4 000	-2 000	-1 000	0
Рух коштів					
Сумарний баланс					

Розрахунки руху коштів при впровадженні даних інвестиційних проектів
Представлено в таблиці

Приклад 1**Дано: 3 інвестиційні проекти з наступними прогнозними значеннями грошових коштів**

Тип проекту, грн..	Рік реалізації				
	0	1	2	3	4
<i>Проект №1. Впровадження керованого електроприводу вентиляторів</i>	-1200	0	0	0	0
Накопичення по проекту	0	500	500	500	500
Експлуатаційні затрати	0	-100	-200	0	0
Рух коштів	-1 200	400	300	500	500
Сумарний баланс	-1200	-800	-500	0	500
<i>Проект №2. Оптимізація потужності електродвигунів</i>	-1000	0	0	0	0
Накоплення по проекту	0	700	300	400	100
Експлуатаційні затрати	0	0	0	0	0
Рух коштів	-1 000	700	300	400	100
Сумарний баланс	-1 000	-300	0	400	500
<i>Проект №3. Автоматизація системи обліку електричної енергії</i>	-20000	0	0	0	0
Накоплення по проекту	0	10 000	10 000	6 000	6 000
Експлуатаційні затрати	0	-4 000	-2 000	-1 000	0
Рух коштів	-20 000	6 000	8 000	5 000	6 000
Сумарний баланс	-20 000	-14000	-6 000	-1 000	5 000

Практичне заняття № 9

Тема – Розрахунок залучення банківських коштів для впровадження енергозберігаючих методів та засобів управління енерговикористанням.

Ціль – Якнайефективніше залучення банківських кредитів для впровадження енергозберігаючих технологій.

При проведенні банківської експертизи для аналізу доцільності надання кредитів на реалізацію енергозберігаючого проекту необхідно, щоб строк життя проекту збігався зі строком погашення заборгованості. Для того, щоб проект був привабливий для інвестора, його ЧПВ має бути більша нуля. Якщо $NPV > 0$, то при даній нормі дисконтування проект вважається ефективним і може розглядатися питання про його прийняття.

Для фінансової установи при наявності декількох аналогічних варіантів більш привабливий той проект, у якого $NPV = \max$. Чистий дисконтований прибуток (NPV) представляє собою інтерес для фінансових менеджерів, оскільки він сповіщає нас який з проектів принесе прибуток в грошовому виразі на сьогоднішній день за протягом свого терміну дії.

Розглянемо для прикладу два проекти:

- * Оптимізація потужностей електродвигунів;
- * Автоматизація обліку електричної енергії

Проект № 1

Рік	Інвестиції	Економія	Коефіцієнт дисконтування при 19%	Поточне значення руху коштів
0	- 1 000,00	0	1,0	- 1 000,00
1				
2				
3				
Чистий дисконтований прибуток				

Проект № 1

Рік	Інвестиції	Економія	Коефіцієнт дисконтування при 19%	Поточне значення руху коштів
0	- 1 000,00	0	1,0	- 1 000,00
1		700	0,84	588
2		300	0,706	211,8
3		400	0,593	237,2
Чистий дисконтований прибуток				37

Проект № 2

Рік	Інвестиції	Економія	Коефіцієнт дисконтування при 13%	Поточне значення руху коштів
0	- 20 000,00	0	1,0	- 20 000,00
1				
2				
3				
Чистий дисконтований прибуток				

Проект № 2

Рік	Інвестиції	Економія	Коефіцієнт дисконтування при 13%	Поточне значення руху коштів
0	- 20 000,00	0	1,0	- 20 000,00
1		10 000,00	0,885	8 885,00
2		10 000,00	0,783	7 783,00
3		6 000,00	0,693	4 158,00
Чистий дисконтований прибуток				826

При порівнянні даних проектів видно, що проект №2 дає значно більший NPV і тому більш привабливий для інвестування.

При цьому слідє відмітити, що використання ленного показника має свої недоліки. По-перше, він має абсолютний а не відносний характер. По-друге, при розрахунку NPV дуже важливу роль відіграє правильний вибір

відсоткової ставки кредиту (норми дисконту), від якої може суттєво залежати результат порівняння інших проектів з різним розподіленням економічного ефекту у часі.

Розглянемо приклад розрахунку внутрішньої норми прибутку (IRR) для проекту №1 – оптимізація потужностей електродвигунів.

Рік	Інвестиції	Економія	Коефіцієнт дисконтування при 19%	Поточне значення руху коштів
0	- 1 000,00	0	1,0	- 1 000,00
1				
2				
3				
Чистий дисконтований прибуток				
Рік	Інвестиції	Економія	Коефіцієнт дисконтування при 20%	Поточне значення руху коштів
0	- 1 000,00	0	1,0	- 1 000,00
1				
2				
3				
Чистий дисконтований прибуток				

Рік	Інвестиції	Економія	Коефіцієнт дисконтування при 19%	Поточне значення руху коштів
0	- 1 000,00	0	1,0	- 1 000,00
1		700	0,84	588
2		300	0,706	211,8
3		400	0,593	237,2
Чистий дисконтований прибуток				37
Рік	Інвестиції	Економія	Коефіцієнт дисконтування при 20%	Поточне значення руху коштів
0	- 1 000,00	0	1,0	- 1 000,00
1		700	0,833	538,1
2		300	0,694	208,2
3		400	0,578	231,2
Чистий дисконтований прибуток				- 22,5

При розрахунку визначено, що при ставці дисконтування $(p) = 16\%$ NPV становить 82,3; при $p = 17\%$, NPV становить 66,4;

NPV при зміні норми дисконтування від 19% до 20% переходить із додаткового значення у від’ємне. Це важливо, оскільки цим визначається внутрішня норма прибутку (IRR). Це величина кредитної ставки, яка дозволяє окупити проект оптимізації потужностей електродвигунів протягом 3 років.

Для визначення внутрішньої норми, прибутку (IRR) слід використовувати метод послідовних розрахунків для різних коефіцієнтів

дисконтування, в результаті якого можна визначити коефіцієнт дисконтування, коли NPV досягне нуля.

Внутрішня норма прибутку (IRR) важлива в тому смислі, що вона приблизно представляє собою норму прибутку, яку кошти заробили в організації або де-небудь ще, що було б краще інвестицій.

Література

1. Федоров А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. Изд. 2-е перераб. И доп. М.: «Энергия». - 1972. – 416 с.
2. Железко Ю.С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии. – М.: Энергоатомиздат.- 1985.- 224 с.
3. Воскобойников Д.М. Экономическое стимулирование рационального использования электроэнергии в промышленности. – М.: Энергоатомиздат. – 1988. – 80 с.
4. Липский А.М. Качество электроснабжения промышленных предприятий. – К.: Одесса: Выща школа. Головное изд-во. – 1985. – 160 с.
5. Инвестиции [Текст] : учеб. пособие для вузов / Г.П. Подшиваленко, Н.И. Лахметкина, М.В. Макарова ; Фин. акад. при правительстве РФ. - 4-е изд., стер. - М. : КНОРУС, 2007. - 200 с.
6. Барало О.В. Автоматизація технологічних процесів і систем автоматичного керування (частина 1). Навч. пос. – 2010. – 16 с.
7. Николаев В. Оптимизация работы электроприемников – эффективный способ коррекции коэффициента мощности Эл. Ресурс: www.ukrm.ru.
8. Контроль якості електроенергії. Ел. Ресурс: skaz.ru.
9. ГОСТ 13109 – 97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Минск. ИПК Изд-во стандартов. – 1998.
10. Праховник А.В. СОУ-Н ЕЕ 40.1-37471933-55:2011 Методика вимірювання якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення/А.В. Волошко, М.А. Денисенко, А. Харчук// ОЕП «ГРІФРЕ». - 2012 р. - 98 с.